

การวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อไก่ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกทอล

นายอิสรา วันเที่ยง

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

การทำสำมนานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบศักยภาพการวิเคราะห์ภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกทอล (HSI) ในการทำนายอย่างรวดเร็วและไม่ทำลายเนื้อไก่ ระบบที่ช่วงความยาวคลื่นสเปกตรัมจาก 328 ถึง 1,115 nm รับภาพโดยการสะท้อนแสงจากวัตถุ ได้พัฒนาแบบจำลองการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด PLSR ด้วยภาพไฮเปอร์สเปกทอล การทดลองการวิเคราะห์ปริมาณไฮดรอกซีโปรตีนในเนื้อไก่ ให้ผลลัพธ์แบบจำลอง PLSR ที่ยอมรับได้ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในการทำนายสองตัว R_p เท่ากับ 0.874 และค่าเฉลี่ยข้อผิดพลาดกำลังสองที่สอดคล้องกัน RMSEP 0.046 โดยการเทียบกับผลของห้องปฏิบัติการ การทดลองการวิเคราะห์ผลของการทำนายความยืดหยุ่นของเนื้อไก่ แบบจำลองของ SNV-PLSR ให้ผลลัพธ์ที่ดีพอสมควรกับ R_p เท่ากับ 0.89 และ RMSEP เท่ากับ 0.135 ตามลำดับ โดยการเทียบกับเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ของ Instron และการทดลองการตรวจหาปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกในเนื้อไก่ แบบจำลอง PLSR ที่สร้างขึ้นจากสเปกตรัมดั้งเดิมนั้นสร้างขึ้นครั้งแรกและให้ผลการทดลองที่มีค่า R_p เท่ากับ 0.944 และ RMSEP เท่ากับ 0.081 โดยการเทียบผลกับห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าไฮเปอร์สเปกทอลสามารถนำมาวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อไก่ โดยมีผลความแม่นยำ รวดเร็วและไม่ทำลายเป็นไปตามที่คาดหมาย จึงมีแนวโน้มที่ดีในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อไก่สด

คำสำคัญ: เนื้อไก่, การวิเคราะห์ภาพ, การถ่ายภาพไฮเปอร์สเปกทอล

บทนำ

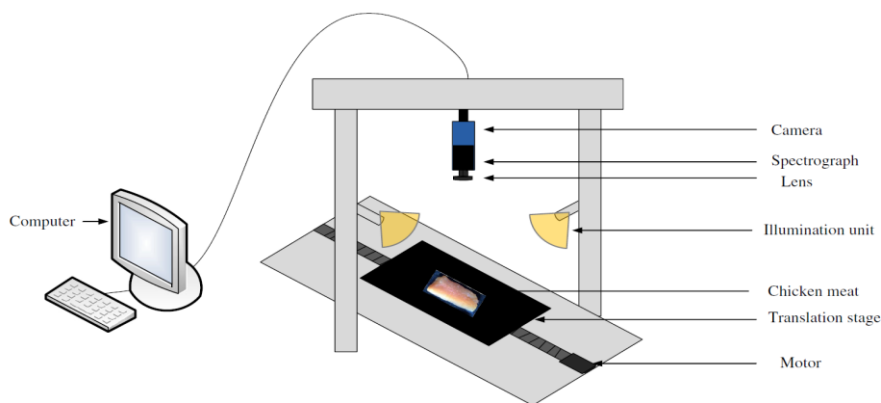
ในบรรดาสัตว์ปีกเศรษฐกิจ กล่าวได้ว่า ไก่ เป็นที่นิยมบริโภคมากที่สุด เนื่องจากง่ายต่อการขยายพันธุ์ และใช้เวลาเลี้ยงเพียง 45-60 วัน ก็สามารถนำมาแปรรูปเพื่อการบริโภคได้ อีกทั้งยังเป็นเนื้อสัตว์ที่มีแคลอรีต่ำ โปรตีนสูง และราคาถูกทำให้ไก่ยังคงเป็นสัตว์ปีกที่มีความนิยมนำมาบริโภคมากที่สุดในปัจจุบัน (เพ็ญศิริ, 2556) อย่างไรก็ตามในอุตสาหกรรมเนื้อไก่การตรวจสอบคุณภาพโดยการสุ่มตัวอย่างแล้วนำไปตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ เป็นการทดสอบที่ต้องใช้เวลานาน และยังมีปัจจัยเรื่องเวลาที่ใช้ในการขนส่ง รวมถึง การจัดเก็บรักษา ที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อไก่ได้ (ชัชวาล วงศ์ชูสุข, 2017)

เทคนิคการถ่ายภาพ Hyperspectral ได้กลายเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่มีแนวโน้มสำหรับการประเมินคุณภาพและได้รับความสนใจอย่างมากในการวิเคราะห์แบบไม่ทำลายในผลิตภัณฑ์อาหาร การตรวจสอบด้วยการวิเคราะห์ภาพ Hyperspectral ประเมินคุณภาพเนื้อไก่ ลดการใช้ระยะเวลาที่สุ่มนำตัวอย่างไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและความรวดเร็วแม่นยำของเครื่องที่จะนำประโยชน์ทางเศรษฐกิจมาสู่อุตสาหกรรมเนื้อไก่

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อไก่ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกทอล

Hyperspectral

ในการศึกษา HSI ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ระบบครอบคลุมช่วงความยาวคลื่นสเปกตรัมจาก 328 ถึง 1,115 nm ถูกนำไปใช้เพื่อรับภาพตัวอย่างเนื้อไก่ในโหมดการสะท้อนแสง โดยระบบประกอบด้วยกล้อง CCD ประสิทธิภาพสูง พร้อมเลนส์กล้อง ทางยาวโฟกัส 23 มม. หลอดฮาโลเจน 150 W สองหลอด แปลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลภาพ ดังแสดงในรูปที่ 1 ความละเอียดที่มีประสิทธิภาพของเครื่องตรวจจับ CCD คือ $1,004 \times 1,002$ (สเปกตรัม $\times$ พื้นที่) พิกเซลและความละเอียดสเปกโตรสโกปีอยู่ที่ 2.8 นาโนเมตร กระบวนการเก็บข้อมูลภาพถูกควบคุมโดยซอฟต์แวร์เก็บข้อมูลภาพและระบบทั้งหมดอยู่ในพื้นที่ที่บดแสงเพื่อหลีกเลี่ยงแสงจากสภาพแวดล้อมโดยรอบ



รูปที่ 1 ระบบทดสอบด้วยภาพไฮเปอร์สเปกทอล

ที่มา: Xiong et al. (2015b)

การประมวลผลและการดึงข้อมูลสเปกทอล

ภาพไฮเปอร์สเปกตรัมที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางอย่าง เช่น ผลของการส่องแสงสว่างและความแตกต่างของกล้องรวมถึงการกำหนดค่าทางกายภาพของระบบภาพ ในการลดเอฟเฟกต์เหล่านี้ รูปภาพ Hyperspectral ดัชนีฉบับได้รับการแก้ไขเป็นภาพ Hyperspectral การสะท้อนด้วยรูปภาพอ้างอิงสีขาวและสีดำ รูปภาพอ้างอิงสีขาว (ประมาณ 99.9% การสะท้อนแสง) ได้มาโดยใช้การสอบเทียบกระเบื้องที่ทำจากเทฟลอนภายใต้สภาพแสงเดียวกัน และภาพอ้างอิงสีดำ (การสะท้อนประมาณ 0%) ที่ได้มาจากการปิดหลอดไฟและครอบคลุมเลนส์ของกล้องที่มีฝาปิดทึบ ภาพที่ได้มา (R) คือแก้ไขโดยใช้สมการต่อไปนี้

$$R = \frac{I - Id}{Iw - Id} \times 100$$

โดยที่ I เป็นรูปสเปกตรัมดัชนีฉบับของตัวอย่าง Id คือภาพอ้างอิงมืดและ Iw เป็นภาพอ้างอิงสีขาว รูปภาพที่ถูกต้องเป็นพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์ภาพที่ตามมาเช่นการแยกสเปกตรัมการแบ่งส่วนภาพและการปรับภาพทำการแก้ไขภาพโดยใช้ซอฟต์แวร์เก็บภาพในคอมพิวเตอร์ (Xiong et al., 2015a; Xiong et al., 2015b; Xiong et al., 2015c)

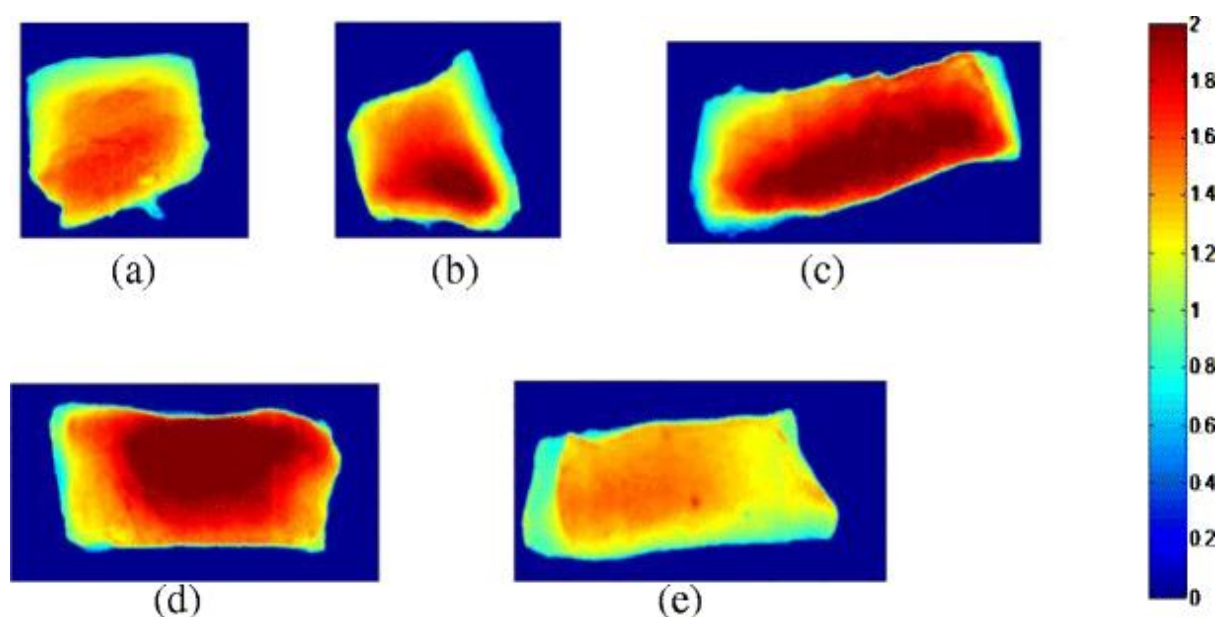
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นที่ใช้กันอย่างแพร่หลายกับสเปกตรัมสหสัมพันธ์ที่มีค่าอ้างอิงสำหรับในเนื้อไก่ ที่ใช้แบบจำลอง PLSR ในการทำนายประสิทธิภาพของรูปแบบการสอบเทียบได้ดำเนินการด้วยวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของชุดทดสอบ นอกจากนี้ประสิทธิภาพของแบบจำลองการสอบเทียบยังถูกประเมินโดยพารามิเตอร์ทางสถิติหลายอย่างรวมถึง Regression coefficients calibration (Rc), Regression coefficient in prediction (Rp), Root mean squared errors calibration (RMSEC) และ Root mean squared errors prediction (RMSEP) แบบจำลองที่ดีมีค่า Rc และ Rp ที่สูงและค่าของ RMSEC, RMSEP ที่ต่ำ รวมถึงความแตกต่างเล็กน้อยระหว่าง RMSEC, RMSEP การวิเคราะห์ทางสถิติหลายตัวแปรทั้งหมดได้รับการดำเนินการโดยใช้ซอฟต์แวร์ Unscrambler 9.7 (Xiong et al., 2015a; Xiong et al., 2015b; Xiong et al., 2015c)

การอ่านค่าภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกทอล

กระบวนการสร้างภาพแสดงเป็นแผนที่ภาพถ่ายสีในรูปแบบที่ 2 สีที่ต่างกันในแผนที่จะแสดงการกระจายค่าความยืดหยุ่นที่แตกต่างกันภายในเนื้อไก่ตามสัดส่วนความแตกต่างของพิกเซลสเปกทอลที่เกี่ยวข้อง พิกเซลที่มีค่าความยืดหยุ่นต่ำแสดงเป็นสีน้ำเงินและสีเขียวในขณะที่พิกเซลในสีส้มและสีแดงนั้นเป็นค่าที่มีความยืดหยุ่นของเนื้อไก่สูง รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างแผนที่ภาพ 5 ภาพของเนื้อไก่ที่ผ่านการทดสอบรูป b, c และ d แสดงเนื้อไก่ที่มีค่าความยืดหยุ่นสูงโดยเฉลี่ยในขณะที่อีก 2 ภาพ รูป a และ e แสดงเนื้อไก่ที่มีค่าความยืดหยุ่นต่ำโดยเฉลี่ย ค่าความยืดหยุ่นแตกต่างกันไม่เฉพาะในตัวอย่างเนื้อไก่ที่แตกต่างกัน แต่ยังอยู่ในตำแหน่งที่แตกต่างกันของตัวอย่างเดียวกัน แผนที่ภาพการกระจายเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการถ่ายภาพ

Hyperspectral ที่มองเห็นได้อาจเป็นเครื่องมือสำคัญและมีประโยชน์ในการประเมินคุณภาพของเนื้อไก่ในแง่ของความยืดหยุ่น Xiong et al. (2015b)



รูปที่ 2 แผนที่การกระจายของความยืดหยุ่นในเนื้อไก่ที่ผ่านการทดสอบ

ที่มา: Xiong et al. (2015b)

สถิติของค่าอ้างอิงที่วัดได้

ค่าเฉลี่ยสูงสุดต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน SD และค่าของไฮดรอกซีโพรลีนเป็นคุณสมบัติการจะมีโนของคอลลาเจน เป็นส่วนร่วมในการสร้างคอลลาเจนซึ่งมีผลต่อคุณภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อสัตว์ โดยทั่วไปค่าไฮดรอกซีโพรลีนที่สูงส่งผลให้เนื้อไก่มีคุณภาพดี วัดโดยวิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่มีการสรุปไว้ในตารางที่ 1 ดังที่แสดงในตารางที่ 1 ไฮดรอกซีโพรลีนในเนื้ออยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.041 ถึง 0.300 g / 100 g แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างในปริมาณของไฮดรอกซีโพรลีนค่อนข้างมากระหว่างการทดสอบตัวอย่าง ควรสังเกตค่าที่เหมาะสมของความแปรปรวนในค่าอ้างอิงจะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาแบบจำลองการสอบเทียบที่เสถียรและแม่นยำ (Xiong et al., 2015a)

ตารางที่ 1 ค่าอ้างอิงของปริมาณไฮดรอกซีโพรลีน (g / 100 g) วัดโดยห้องปฏิบัติการ

Statistics	Calibration set	Prediction set	Total
No. of samples	114	46	160
Minimum	0.041	0.058	0.041
Maximum	0.300	0.298	0.300
Mean	0.159	0.175	0.164
Standard deviation	0.081	0.087	0.083

ที่มา: Xiong et al. (2015a)

สถิติของค่าต่ำสุดสูงสุดค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความยืดหยุ่นเป็นคุณสมบัติที่มีคุณภาพที่สำคัญของเนื้อไก่สดที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของกล้ามเนื้อและปริมาณขององค์ประกอบทางชีวเคมี ความยืดหยุ่นยังสามารถสะท้อนระดับความสดของเนื้อไก่ได้ ถ้าเนื้อไก่มีความยืดหยุ่นมากแสดงว่าเนื้อไก่มีคุณภาพดี วัดโดยเครื่องทดสอบสากล บริษัท อินสตรอน มีรายละเอียดในตารางที่ 2 จะเห็นได้จากผลลัพธ์ในตารางที่ 2 ว่าความแปรปรวนของค่าอ้างอิงค่อนข้างสูง (0.414–1.624) เนื่องจากการสร้างแบบจำลองการสอบเทียบในข้อมูลอ้างอิงมีความแปรปรวนค่อนข้างมาก อาจส่งผลกระทบในทางลบต่อความสามารถในการทำนายคุณสมบัติของคุณภาพ (Xiong et al. 2015b)

ตารางที่ 2 ผลการอ้างอิงความยืดหยุ่นของเนื้อไก่ที่วัดด้วยเครื่องทดสอบแรงกดของ Instron

Name	Number of samples	Min	Max	Mean	SD
Calibration set	100	0.414	1.624	0.924	0.319
Prediction set	30	0.445	1.239	0.882	0.248
Total	130	0.414	1.624	0.914	0.303

ที่มา: Xiong et al. (2015b)

สถิติของค่าอ้างอิงของการวัดค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) เป็นการเกิดออกซิเดชันของไขมันในเนื้อไก่เป็นสาเหตุสำคัญของการสูญเสียความสดในเนื้อ หากมีค่าของ TBARS ที่สูงทำให้ความสูญเสียความสดและคุณภาพของเนื้อไม่ดี รวมทั้งค่าต่ำสุดสูงสุดค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3 ดังที่แสดงในตารางที่ 3 มีค่า TBARS ที่วัดได้ซึ่งอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.039 ถึง 1.240 (mg / 100 g) มีความแปรปรวนในค่าอ้างอิงค่อนข้างมาก จึงจำเป็นในการสร้างแบบจำลองการสอบเทียบที่มีประสิทธิภาพสำหรับการทำนาย (Xiong et al. 2015c)

ตารางที่ 3 ค่าอ้างอิงของปริมาณ TBARS (mg / 100 g) วัดโดยห้องปฏิบัติการ Xiong et al. (2015c)

Statistics	Calibration set	Prediction set
No. of samples	95	63
Minimum	0.039	0.055
Maximum	1.240	1.240
Mean	0.411	0.443
Standard deviation	0.243	0.243
Range	1.201	1.185

ที่มา: Xiong et al. (2015c)

6. ผลของการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อไก่ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกตรอล

การวิเคราะห์ปริมาณไฮดรอกซีโปรตีนโดยใช้ช่วงสเปกตรัมเต็มรูปแบบ

Xiong et al. (2015a) ศึกษา PLSR เพื่อสร้างแบบจำลองการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลสเปกตรัมทั้งหมด และค่าอ้างอิงที่เกี่ยวข้องของไฮดรอกซีโปรตีน ตัวอย่างที่ใช้สำหรับชุดสอบเทียบ 114 ตัวอย่าง และอีก 46 ตัวอย่างเป็นชุดทำนาย เป็นผลให้แบบจำลอง PLSR ให้ผลลัพธ์ที่ยอมรับได้ ตารางที่ 4 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในการทำนายสองตัว R_c และ R_p เท่ากับ 0.907, 0.874 ตามลำดับและค่าเฉลี่ยข้อผิดพลาดกำลังสองที่สอดคล้องกัน RMSEC และ RMSEP เท่ากับ 0.034, 0.046 ตามลำดับ นอกจากนี้มีความแม่นยำในการทำนาย เท่ากับ 95.4% ข้อผิดพลาดในการทำนายไฮดรอกซีโปรตีนที่ไม่ได้ 100 % อาจเป็นเพราะการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมีในเนื้อแต่ละชิ้น ความหนาของชิ้นเนื้อตัวอย่างและอุณหภูมิที่เก็บรักษาเนื้อตัวอย่าง

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของแบบจำลอง PLSR สำหรับการทำนายปริมาณไฮดรอกซีโปรตีน Xiong et al. (2015a)

รูปแบบ	ความยาวคลื่น	ชุดสอบเทียบ		ชุดทำนาย		ความแม่นยำ
		R_c	RMSEC	R_p	RMSEP	
PLSR	381	0.907	0.034	0.874	0.046	95.4%
RC-PLSR	8	0.910	0.034	0.854	0.049	95.1%

ที่มา: คัดแปลงจาก Xiong et al. (2015a)

การวิเคราะห์ผลของการทำนายความยืดหยุ่นของเนื้อไก่โดยใช้ความยาวคลื่นเต็ม

Xiong et al. (2015b) แบบจำลองการสอบเทียบ PLSR ที่ใช้ความยาวคลื่นเต็มรูปแบบได้รับการพัฒนาเพื่อทำนายความยืดหยุ่นของเนื้อไก่ สถิติการทำนายและประสิทธิภาพการทำงานของแบบจำลอง PLSR สำหรับการคาดการณ์ของความยืดหยุ่นมีการระบุใน ตารางที่ 5 เมื่อมีตัวอย่างชุดสอบเทียบ 100 ตัวอย่าง และอีก 30 ตัวอย่างคือชุดทดสอบทำนาย และรูปแบบของ SNV-PLSR ให้ผลลัพธ์ที่ดีกับ R_c และ R_p เท่ากับ 0.91 และ 0.89 ตามลำดับและ RMSEC และ RMSEP เท่ากับ 0.135 และ 0.135 ตามลำดับ ดังนั้นแบบจำลอง SNV-PLSR จึงถูกเลือกให้เป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด อีกทั้งยังมีความแม่นยำในการทำนาย เท่ากับ 86.5% นอกจากนี้ข้อผิดพลาดของการทำนายที่ไม่ถึง 100 % อาจมาจากระยะเวลาในการเก็บรักษาตัวอย่างและการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางชีวเคมีของเนื้อไก่ตัวอย่าง

ตารางที่ 5 แบบจำลองการสอบเทียบ PLSR การทำนายผลลัพท์ของการทำนายความยืดหยุ่นของเนื้อไก่โดย
ใช้ความยาวคลื่นเต็ม Xiong et al. (2015b)

รูปแบบ	ความยาวคลื่น	ชุดสอบเทียบ		ชุดทำนาย		ความแม่นยำ
		Rc	RMSEC	Rp	RMSEP	
SNV-PLSR	381	0.91	0.135	0.89	0.135	86.5%
SNV-ANN	381	0.84	0.172	0.77	0.186	81.4%
SNV-SPA-PLSR	10	0.85	0.164	0.84	0.159	84.1%
SNV-SPA-ANN	10	0.89	0.147	0.84	0.167	83.3%

ที่มา: คัดแปลงจาก Xiong et al. (2015b)

การตรวจหาปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกในเนื้อไก่

Xiong et al. (2015c) แบบจำลองการสอบเทียบ PLSR ที่สร้างขึ้นจากสเปกตรัมของรูปแบบ MSC สร้างขึ้นครั้งแรกให้ผลลัพธ์ที่ดีในการทำนายตัวอย่างชุดสอบเทียบและชุดทำนาย 95 และ 63 ตัวอย่าง มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยสองตัว Rc และ Rp เท่ากับ 0.973, 0.944 ตามลำดับและข้อผิดพลาดมาตรฐานค่าทั้งสองเฉลี่ยที่สอดคล้องกัน RMSEC และ RMSEP เท่ากับ 0.056, 0.081 ตามลำดับระบุในตารางที่ 6 อย่างไรก็ตามในการทำนายของไฮเปอร์สเปกโทรมีความแม่นยำในการทำนายเท่ากับ 91.9% อาจมีปัจจัยอื่นทำให้การทำนายไม่ได้ 100 % เช่นการเก็บรักษา อุณหภูมิสูงจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็ว อีกหนึ่งเหตุผลที่เป็นไปได้ก็เนื่องจากผลกระทบของจุลินทรีย์ในท้องถิ่น

ตารางที่ 6 แบบจำลองการสอบเทียบ PLSR การทำนายค่ากรดไทโอบาร์บิทูริกของเนื้อไก่ Xiong et al. (2015c)

รูปแบบ	ความยาวคลื่น	ชุดสอบเทียบ		ชุดทำนาย		ความแม่นยำ
		Rc	RMSEC	Rp	RMSEP	
RAW	381	0.961	0.067	0.914	0.099	90.1%
MSC	381	0.973	0.056	0.944	0.081	91.9%
MSC-SPA	10	0.871	0.119	0.801	0.157	84.3%

ที่มา: คัดแปลงจาก Xiong et al. (2015c)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบความแม่นยำของการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่าย Hyperspectral (HSI)

บทความ	ความยาวคลื่น	วิธีการ	สิ่งที่วัด	รูปแบบ	ชุดสอบเทียบ		ชุดทำนาย		ความแม่นยำ
					Rc	RMSEC	Rp	RMSEP	
Xiong and et al. 2015			ไฮดรอกซีโปรตีน	PLSR					
(a)	381	HSI			0.907	0.034	0.874	0.046	95.4%
Xiong and et al. 2015			ความหืดหยุ่น	SNV-PLSR					
(b)	381	HSI			0.91	0.135	0.89	0.135	86.5%
Xiong and et al. (2015c)			สารปฏิชีวนากรดไทโอบาร์บิทูริก	MSC					
	381	HSI			0.973	0.056	0.944	0.081	91.9%

ที่มา: คัดแปลงจาก (Xiong et al. 2015a; Xiong et al. 2015b; Xiong et al. 2015c)

จากตารางที่ 7 การศึกษาพบว่าการวิเคราะห์ความแม่นยำคุณภาพของเนื้อไก่ด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่าย ของ Xiong et al., 2015a; Xiong et al., 2015b และ Xiong et al., 2015c มีค่า Rp และค่าของ RMSEP ให้ความแม่นยำไปในทิศทางเดียวกันตามที่คาดหมาย รูปแบบจำลองที่มีความแม่นยำมากที่สุดคือรูปแบบจำลอง PLSR เท่ากับ 95.4% รูปแบบจำลองที่ทำนายความแม่นยำน้อยที่สุดคือรูปแบบจำลอง SNV-PLSR เท่ากับ 86.5% อาจเนื่องมาจากความแปรปรวนของสิ่งที่วัดและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ตัวอย่าง ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดค่าความยาวของคลื่นไฮเปอร์สเปกทอลเพื่อลดความแปรปรวนของเนื้อไก่หรือตัวแปรอื่นๆ นอกจากนี้ข้อผิดพลาดในปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการทำนายไม่ได้ 100 % อาจเป็นความหนาของชิ้นเนื้อ อุณหภูมิการเก็บรักษาและองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆของเนื้อไก่

สรุป

จากการศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ภาพถ่ายไฮเปอร์สเปกทอล เพื่อทำนายอย่างรวดเร็วและไม่ทำลายเนื้อไก่สด ทั้ง 3 งานวิจัย ให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน แสดงให้เห็นว่าเทคนิคนี้มีศักยภาพในการทำนายคุณภาพเนื้อไก่ที่แม่นยำรวดเร็วนอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ทดแทนเทคนิคการประเมินทางกายภาพ และตรวจสอบสารสำคัญต่างๆในเนื้อไก่เพื่อตรวจสอบการประเมินคุณภาพของเนื้อไก่สดในด้านอุตสาหกรรม อีกทั้งยังเป็นเรื่องอคติของผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบซึ่งจะมีผลต่อผลลัพธ์ในการประเมินเนื้อไก่

ดังนั้นการวัดแบบการประเมินทางกายภาพไม่สามารถตอบสนองความต้องการของงานอุตสาหกรรมเนื้อไก่โดยเฉพาะการวัดและระยะเวลาในการตรวจสอบ

ทั้งนี้ข้อจำกัดในการใช้เทคนิคภาพถ่ายมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสำหรับเครื่องวิเคราะห์ภาพถ่ายที่มีราคาสูง ประกอบกับการตั้งค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับการใช้ตรวจวัดความแม่นยำในเนื้อสัตว์อื่นๆ จึงเหมาะสมกับอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสด

เอกสารอ้างอิง

- ชัชวาล วงศ์ชูสุข. 2017. “จมูกอิเล็กทรอนิกส์แบบกระเป๋าหิ้วสำหรับตรวจสอบ คุณภาพอาหารภาควิชาฟิสิกส์”. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. November 10, 2017.
- เพ็ญศิริโก สิริไพศาล. 2556. “การปรับปรุงพัฒนากระบวนการอุตสาหกรรมไก่แปรรูปกรณีศึกษา”. ชัยสุนทรฟาร์ม. สาขาวิชา การจัดการ โลจิสติกส์.
- ElMasry, G. and et al. 2012. “Near-infrared hyperspectral imaging for predicting colour, pH and tenderness of fresh beef”. J Food Eng. 110(1):127–140
- Gowen, A. and et al. 2008. “Hyperspectral imaging for the investigation of quality deterioration in sliced mushrooms (*Agaricus bisporus*) during storage”. Sens & Instrumen Food Qual. 2(3):133–143
- Kamruzzaman, M. and et al. 2013. “AllenNon-destructive assessment of instrumental and sensory tenderness of lamb meat using NIR hyperspectral imaging”. Food Chemistry. 141(1):389-396
- Xiong, Z. and et al. 2015a. “Potential of hyperspectral imaging for rapid prediction of hydroxyproline content in chicken meat”. Food Chemistry. 175: 417–422.
- Xiong, Z. and et al. 2015b. “Application of Visible Hyperspectral Imaging for Prediction of Springiness of Fresh Chicken Meat”. Food Analytical Methods. 8: 380–391.
- Xiong, Z. and et al. 2015c. “Non-destructive prediction of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) value for freshness evaluation of chicken meat using hyperspectral imaging”. Food Chemistry. 179: 175-181.